

PAT-NO: JP405118831A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05118831 A
TITLE: END-FACE INSPECTING APPARATUS FOR
OPTICAL CONNECTOR
PUBN-DATE: May 14, 1993

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
SHIBANO, HIROSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
SANKYO SEIKI MFG CO LTD N/A

APPL-NO: JP03305676
APPL-DATE: October 25, 1991

INT-CL (IPC): G01B011/24, G01B011/00

US-CL-CURRENT: 356/73.1

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent the damaging of a convex spherical surface and to make it possible to measure the amount of and the radius of curvature of the spherical surface at the same time by generating Newton rings at the end face of an optical connector with an image focusing optical system including an interference objective lens provided at the position where the reference surface is separated with respect to the surface to be measured of the optical connector, and inspecting the shape of the edge.

CONSTITUTION: The images of a Newton rings which are generated between a non-contact surface to be measured 2, i.e., the end face of an optical connector 1 and a reference surface 9, and the image of an optical fiber 3 are picked up with an interference objective lens 5. The image information is latched with an image sensing means 10 at the same time. The image information is analyzed, and the individual interference fringe is discriminated with an interference discriminating means 21. The center and the diameter of the ring are obtained with a ring-center detecting means 22 and a ring-diameter detecting means 24. A decentering amount E and a radius of curvature R are obtained with a amount detecting means 23 and a radius-of-curvature detecting means 25 without damaging the fiber edge 2 under the state, wherein the reference surface 9 is separated from the object to be measured 2. The image information, wherein the optical fiber 3 and the Newton rings are contained on the same XY coordinates, is obtained, and the amount E and the radius of curvature R can be measured at the same time in one measurement.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-118831

(43)公開日 平成5年(1993)5月14日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	頁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24	D	9108-2F		
11/00	D	7625-2F		
	G	7625-2F		
11/24	M	9108-2F		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 10 頁)

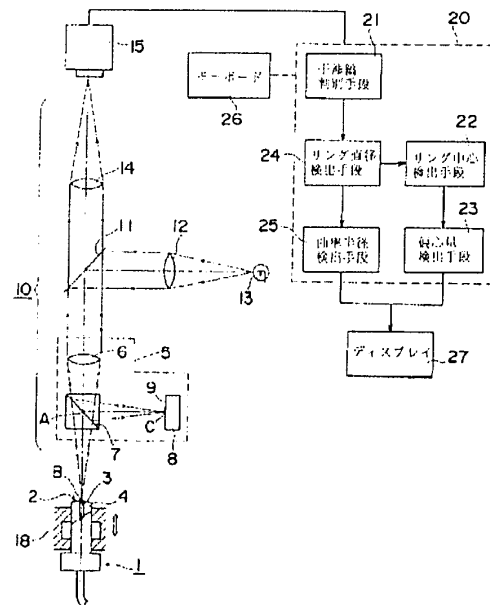
(21)出願番号	特願平3-305676	(71)出願人	000002233 株式会社三協精機製作所 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
(22)出願日	平成3年(1991)10月25日	(72)発明者	柴野 寛 長野県伊那市上の原6100番地 株式会社三協精機製作所伊那工場内
		(74)代理人	弁理士 村瀬 一英

(54)【発明の名称】 光コネクタの端面検査装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 光コネクタの端面を検査する際凸球面の傷付けを防ぎ、一度の測定によって偏心量と球面の曲率半径を同時に測定できるようにする。

【構成】 干渉材物レンズによって非接触の測定対象面2即ち光コネクタ1の端面と参照面9との間で発生するニュートンリングと光ファイバ3とを撮像して撮像手段10で画像情報として同時に取込み、この画像情報を解析し干渉縞判別手段21によって個々の干渉縞を判別しリング中心検出手段22及びリング直径検出手段24によってリングの中心と直径を求めてから偏心量検出手段23と曲率半径検出手段25によって参照面9が測定対象面2から離れた状態でファイバ端面2を損傷することなく偏心量Eと曲率半径Rを求めるようにしている。また、光ファイバ3とニュートンリングとが同じX-Y座標上にとり込まれた画像情報を得、これを利用して偏心量Eと曲率半径Rとを1度の測定で同時に測定できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フェルールの中心に光ファイバを貫通させて固定し、それらの端面を凸球面に加工した光コネクタの端面形状を検査する装置において、前記光コネクタの測定対象面に対し参照面を離れた位置に設ける干渉対物レンズを含む結像光学系を以って前記光コネクタの先端面にニュートンリングを発生させ、これを以って端面形状を検査することを特徴とする光コネクタの端面検査装置。

【請求項2】 フェルールの中心に光ファイバを貫通させて固定し、それらの端面を凸球面に加工した光コネクタの端面形状を検査する装置において、前記光コネクタの測定対象面に対し参照面を離れた位置に設ける干渉対物レンズを含む結像光学系と前記干渉対物レンズを通して前記光コネクタの先端面に形成されるニュートンリング及び光ファイバの画像を画像情報として取込む撮像手段と、この画像情報を解析し干渉縞を判別する干渉縞判別手段と、ニュートンリング中心を算出するリング中心検出手段と、前記光ファイバの中心に対する前記リング中心との偏心量を求める偏心量検出手段とから成ることを特徴とする光コネクタの端面検査装置。

【請求項3】 フェルールの中心に光ファイバを貫通させて固定し、それらの端面を凸球面に加工した光コネクタの端面形状を検査する装置において、前記光コネクタの測定対象面に対し参照面を離れた位置に設ける干渉対物レンズを含む結像光学系と、前記干渉対物レンズを通して前記光コネクタの先端面に形成されるニュートンリング及び光ファイバの画像を画像情報として取込む撮像手段と、この画像情報を解析し干渉縞を判別する干渉縞判別手段と、各ニュートンリングの直径を求めるリング直径検出手段と、前記ニュートンリングの直径から前記凸球面の曲率半径を求める曲率半径検出手段とから成ることを特徴とする光コネクタの端面検査装置。

【請求項4】 フェルールの中心に光ファイバを貫通させて固定し、それらの端面を凸球面に加工した光コネクタの端面形状を検査する装置において、前記光コネクタの測定対象面に対し参照面を離れた位置に設ける干渉対物レンズを含む結像光学系と前記干渉対物レンズを通して前記光コネクタの先端面に形成されるニュートンリング及び光ファイバの画像を画像情報として取込む撮像手段と、この画像情報を解析し干渉縞を判別する干渉縞判別手段と、各ニュートンリングの直径を求めるリング直径検出手段と、ニュートンリング中心を算出するリング中心検出手段と、前記光ファイバの中心に対する前記リング中心との偏心量を求める偏心量検出手段及び前記ニュートンリングの直径から前記凸球面の曲率半径を求める曲率半径検出手段とから成ることを特徴とする光コネクタの端面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ファイバ同士を接続する際に使用される光コネクタの端面形状を検査する装置に関する。更に詳述すると、本発明は、光ファイバとこれを中心に保持したフェルールとで構成される光コネクタの球面加工された先端面の曲率半径と光ファイバに対する凸球面の偏心量を測定する光コネクタの端面検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバとこれを中心としたフェルールの先端面を凸球面に加工した光コネクタはコネクタ接続点での反射光の軽減と接続損失の低減が可能である。しかし、両者のうちの接続損失の低減を確実にものにするためにはフェルール中心の光ファイバに対する凸球面の偏心量を小さくすることが重要である。そこで、偏心量を正確に測定し評価する装置が必要となる。また、フェルール先端面の凸球面が規格を満す曲率半径にあるか否かを検出し評価する装置も必要となる。

【0003】従来、光コネクタの端面の偏心量の評価を行う方法としては、フェルール端面にオプティカルフラットまたはガラス板を押し当てて干渉縞を発生させ評価する方法がある（特開昭62-106337号）。この端面検査装置は、図5に示すように、フェルール101の先端面102に光ファイバ103と直角に配置したガラス板104を押し当て、ガラス板104と接触する点Bを中心に発生するニュートンリングの中心即ち凸球面102の中心とフェルール101の中心Aとの偏心量Eを求めるようにしている。

【0004】また、球面フェルールの先端面の曲率半径を測定する方法としては、従来、触針式の粗さ計または形状測定器で頂点の断面プロフィールを描かせそれから計算によって求めることが一般的であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、フェルール101の先端面にガラス板104を押し当ててニュートンリング105を発生させているため、フェルール101の中心Aにある光ファイバ103の端面が傷付けられる虞がある。特開昭62-106337号公報に開示されている図面ではフェルール101の先端面102を誇張して描いているため光ファイバ103の端面からガラス板104が離れているが、光コネクタの製造はフェルール101に対する光ファイバ103の偏心量がせいぜい数十 μm 以内に収まるように管理されていることから、光ファイバ103の先端面がガラス板104に当接しないことはない。また、ガラス板104が汚れていたりあるいは傷ついている場合、測定に必要な充分鮮明な干渉縞画像が得られない。このため、参照面たるガラス板101のクリーニングが頻繁に必要となるし、傷のついたガラス板104は定期的に交換することが必要となる。また、ガラス板104とフェルール先端面102との接触点Bを中心にニュートンリング105が発生するため、

ガラス板104の押し付け方一つで偏心量Eが見かけ上変わってしまい、実際のフェルール先端面102即ち凸球面の中心Eからずれてしまうことがある。

【0006】しかも、図5の装置は偏心量Eだけしか測定できないため、先端面102の曲率半径Rを求めるには他の曲率半径測定を併せて行わなければならないため、検査工程が重複して必要となる。

【0007】加えて、従来の曲率半径の測定方法では触針でフェルール先端面102を傷付ける虞がある。また、測定に時間がかかったりあるいは計算点が限定され測定結果の信頼度が低くなる等の問題があった。また、別の用途を持った非常に大掛りのレーザ干渉原理を用いてそのレーザ干渉計の一部の機能として球面の曲率半径を計算させる方法も考えられるが、あまりにも設備コストが高価になるため現実的ではない。

【0008】本発明は、参照面の汚れによって凸球面を傷付けたりそれを防ぐために定期的に頻繁に交換する必要がない光コネクタの端面検査装置を提供することを目的とする。また、本発明は、一度の測定によって得られた画像情報から必要に応じて偏心量と球面の曲率半径とのいずれか一方あるいは双方を同時に測定することができる光コネクタの端面検査装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するため、本発明は、フェルールの中心に光ファイバを貫通させて固定し、それらの端面を凸球面に加工した光コネクタの端面形状を検査する装置において、前記光コネクタの測定対象面に対し参照面を離れた位置に設ける干渉対物レンズを含む結像光学系を以て前記光コネクタの先端面にニュートンリングを発生させ、これを以て端面形状を検査するようにしている。

【0010】また、本発明の端面検査装置は、光コネクタの測定対象面に対し参照面を離れた位置に設ける干渉対物レンズを含む結像光学系と前記干渉対物レンズを通して前記光コネクタの先端面に形成されるニュートンリング及び光ファイバの画像を画像情報として取込む撮像手段と、この画像情報を解析し干渉縞を判別する干渉縞判別手段と、ニュートンリング中心を算出するリング中心検出手段と、前記光ファイバの中心に対する前記リング中心との偏心量を求める偏心量検出手段とから構成されている。

【0011】また、本発明の端面検査装置は、光コネクタの測定対象面に対し参照面を離れた位置に設ける干渉対物レンズを含む結像光学系と、前記干渉対物レンズを通して前記光コネクタの先端面に形成されるニュートンリング及び光ファイバの画像を画像情報として取込む撮像手段と、この画像情報を解析し干渉縞を判別する干渉縞判別手段と、各ニュートンリングの直径を求めるリング直径検出手段と、前記ニュートンリングの直径から前

記凸球面の曲率半径を求める曲率半径検出手段とから構成されている。

【0012】また、本発明の端面検査装置は、光コネクタの測定対象面に対し参照面を離れた位置に設ける干渉対物レンズを含む結像光学系と前記干渉対物レンズを通して前記光コネクタの先端面に形成されるニュートンリング及び光ファイバの画像を画像情報として取込む撮像手段と、この画像情報を解析し干渉縞を判別する干渉縞判別手段と、各ニュートンリングの直径を求めるリング直径検出手段と、ニュートンリング中心を算出するリング中心検出手段と、前記光ファイバの中心に対する前記リング中心との偏心量を求める偏心量検出手段及び前記ニュートンリングの直径から前記凸球面の曲率半径を求める曲率半径検出手段とから構成されている。

【0013】

【作用】したがって、干渉対物レンズによって非接触の測定対象面即ち光コネクタの端面と参照面との間で発生するニュートンリングと光ファイバとを撮像して画像情報として同時に取込む。そして、この画像情報は、光ファイバとニュートンリングとが同じXY座標上にとり込まれているため、これを利用して両者間の距離即ち偏心量E及び凸球面の曲率半径Rを求めることができる。例えば、請求項2に示す発明のように、個々の干渉縞を判別すると共に同一リングに属する干渉縞同士を組合せてリングの直径を求めることによってニュートンリングの中心を算出する。そこで、画像情報として同じXY座標に同時に入力される光ファイバの中心に対するニュートンリングの中心の偏心量Eを算出する。また、請求項3に示す発明のように、ニュートンリングの直径と干渉光の波長から凸球面の曲率半径Rを求める。更に、偏心量Eと曲率半径Rとは請求項4の発明では、一度の測定によって同時に測定される。

【0014】

【実施例】以下、本発明の構成を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。

【0015】図1に本発明に係る光コネクタの端面検査装置の一実施例をブロック図で示す。この光コネクタ1の端面検査装置は、測定対象面即ち光コネクタ1の端面（凸球面）に対し参照面を離して非接触に配置した干渉対物レンズ5を用いた結像光学系10（例えば顕微鏡）によってニュートンリング28を発生させ観察するようにしている。干渉対物レンズ5は、主に対物レンズ6とビームスプリッタ7及び参照面9を形成する参照ミラー8とから構成され、測定対象面2に対し非接触となる位置（例えば測定対象面2と参照面9とがビームスプリッタ7からはほぼ等距離でかつ測定対象面2のフェルール4の中心の光ファイバ3を通る中心軸に対し中心線が直交し即ち光ファイバ3の軸と平行に参照面9が形成されるような位置に参照ミラー8が設置されている。この参照面9と測定対象面2との間に設けられたビームスプリッタ7

によって、光の一部が測定対象面2に、残りの一部が参照面1に夫々照射され、それぞれの反射光の光路差によって干渉を起こしニュートンリング28を発生させる。参照面1はビームスプリッタ7から測定対象面2までの距離とほぼ同じ距離でかつ光ファイバ3の中心を通る中心軸に対し直交させるように配置しなければならないため、例えば図示していない微調整ねじ等にて参照面ミラー8の傾き及び前後方向への位置調節が行な得るように設けられている。また、顕微鏡10の結像部分には撮像手段15としてのCCD (charge coupled device)カメラを設置してニュートンリング28及び光ファイバ3を撮像するようにしている。尚、画像入力は撮像手段たるCCDカメラ15の各画素毎にA/D変換をし、干渉縞を所望の階調例えば16階調の濃淡画像に変換する。

【0016】他方、顕微鏡対物部には、光コネクタ1を顕微鏡10に取付け、測定対象面2を一定位置にセットするための支持部材が設けられている。この支持部材は、例えば図2に示すように、フェルール4の外周面と接触するV溝17を有する固定ブロック18とこれにフェルール4を押しつける可動ブロック19とから成る。可動ブロックは、固定ブロック18に対し固着されたストッパピン19aをガイドとして、固定ブロック18に対し接近ないし離反移動可能に取付けられている。この可動ブロック19は、ストッパピン19aと可動ブロック19との間に装着されたコイルスプリング19bによって、常時固定ブロック18に向けて付勢され、固定ブロック18との間でフェルール1を挟持する。可動ブロック19には、偏心カム16bが回転自在に取付けられ、ノブ16aの操作によって偏心カム16bを回転させるように設けられている。他方、固定ブロック18には偏心カム16bの近傍にまで延出するブラケット16が固着されている。このブラケット16に可動ブロック19側の偏心カム16bが回転して当接することによって、可動ブロック19は固定ブロック18から離れ、フェルール4を解放する。固定ブロック18は、例えば測定対象面3と対物レンズ6との距離を調整する顕微鏡10の微調整手段・上下ステージに取付けられ、上下ステージ調整のつまみ10aの操作によって上下動し、光ファイバ3を対物レンズ6に対し接近ないし離反移動させる。ここで、支持部材は、好ましくは、フェルール4の全域を固定ブロック18で支持せず、先端側と後端側との2点の僅かな幅で支持するように設けられている。尚、図1において符号11はハーフミラー、12は集光レンズ、13は光源、14は結像レンズである。

【0017】CCDカメラ15で得られた画像情報は画像処理部20に送出され、同処理部においてニュートンリング28を判別すると共に該リングの直径及び中心を求めてから光ファイバ3との偏心量Eを求めたり測定対象面即ちフェルール凸球面2の曲率半径Rを求めるようにしている。画像処理部20は、撮像手段15を介して

入力された画像データを干渉縞を判別する干渉縞判別手段21と、干渉縞のリング中心を算出するリング中心検出手段22と、光ファイバの中心に対する前記リング中心との偏心量Eを求める偏心量検出手段23と、前記干渉縞のリング直径を求めるリング直径検出手段24と、直径から光コネクタの凸球面の曲率半径Rを求める曲率半径算出部25とから成り、公知のコンピュータとこれを制御するプログラムソフトとによって構成されている。コンピュータは特に図示していないが、一般には制御用プログラム等を記憶するROMと、画像データや光ファイバ位置に関する入力データなどを記憶するRAMと、少なくとも1つのCPU (中央演算処理部) 及びこのCPUを入力装置たるキーボード26や演算結果を出力する表示手段たるディスプレイ27あるいはプリンタ等に接続するためのI/Oインターフェースから構成されている。

【0018】干渉縞判別手段21は、画像データから明暗若しくは暗縞をそれぞれ認識するもので、例えば図3に示すように、ニュートンリング28と交わる或る直線上で画像データを走査してリング群を濃度・明暗の連続した変化即ち波として把握し、例えば、1画素隣の濃度が3階調以上の差を生じた場合は干渉縞による濃度変化と判断し、それ以下の濃度変化はノイズと判断することによって干渉縞を判別している。また、1つの干渉縞とその隣の干渉縞との区別については干渉縞による有効な濃度変化が1つまたはそれ以上同一方向で(例えば濃度の増加方向で)存在し、その後有効な濃度変化がない部分を過ぎてから逆方向の(濃度減少方向の)有効な濃度変化が1つまたはそれ以上同一方向で存在し、続いて更に有効な濃度変化がなくなった時に1つの干渉縞が完結したと判断し、これにより次にあらわれた増加方向の有効な濃度変化は隣りの干渉縞によるものと、区別して判断していく。

【0019】リング直径検出手段24は、リング群のなかの1ないし2以上のリングの直径を求めるものである。また、リング中心検出手段22はニュートンリング28の各々のリングの中心Bを求めるもので本実施例の場合、リング群のそれぞれの直径を求めると同時にその中心の点の座標を求めるようにしている。例えば、干渉縞判別手段21において同じ縞と判断された領域内において、同じ明るさの2点を選出すると共にその中央を干渉縞の筋の中心として求め、更に同じリングに属する縞の中心同士を組合せ、それらの間の距離を求めることによって各リングの直径が、また2点間の中心点を求めることによって各リング中心が得られる。具体的には、本実施例では干渉縞判別手段21において同じ縞と判断された領域内において、或る直線上での同じ明るさの2点s₁、t₁を選出すると共にその中央a₁を干渉縞の筋の中心として求め、更に同様にして同じリングに属する縞の他の中心b₁を求め、これら同士a₁、b₁を多数

組合せ、それらの間の2点間距離 $(a_i + b_i)$ の中心点 Q_i 、 Q_2 、 \dots 、 Q_n から平均的中心 Q を求め、更にこの中心点 Q を通して先の直線とは直交する直線上で同様にして同じリングに属する縞の2点の中心 c_i と d_i 、 c_2 と d_2 、 \dots 、 c_n と d_n からそれら2点間の中心点 B_i 、 B_2 、 \dots 、 B_n を求めて平均化することによってリング中心が得られる。即ち、本実施例ではリングの直径を求めてからその中心点(リング中心)を求めるようにしており、リング直径検出手段24とリング中心検出手段22とは一部構成を共用している。

【0020】偏心量検出手段23は、光ファイバ3の中心Aとリング中心検出手段22によって求められた各リング中心点Bとの各々の偏心量Eを求めてからそれらの平均値を算出するもので、ニュートンリングとともに画像データとして取り込まれあらかじめXY座標上で特定された光ファイバの位置Aとリング中心検出手段21において算出された各リング中心Bとの差から求められる。

【0021】また、曲率半径検出手段25は、リング群のうちの任意のリングの直径と反射光の波長とから光コネクタ先端面の曲率半径Rを求めるものである。曲率半径Rの計算は、ニュートンリング28を発生させる光の波長 λ があらかじめわかっているため、リング半径を求めることによって容易に求められる。例えば、1本の反射光によるニュートンリング28の明リングを使用する場合には、次の数式1によって求められる。

【0022】

【数1】

$$r = \sqrt{2m+1} \times \sqrt{\lambda R / 2}$$

(但し、 m は中心($m=0$)から何番目のリングであるかを示す。)また、ニュートンリング28が複数本表われる場合には、その中から任意の2本のリングを抽出し、それらの相対的な半径の比較から曲率半径Rを求めることができる。即ち、波長 λ の光のリングは、球面上において段差 $\lambda/2$ 毎にあらわれるので、例えば隣り合う2本の縞を比較するときには、数式2によって求められる。

【0023】

【数2】 $R = \frac{1}{2} \{ (r_1 - r_2)^2 - (r_1)^2 \} / \lambda$

1本縞を飛ばして2本の縞を比較するときには、数式3によって求められる。

【0024】

【数3】 $R = \frac{1}{2} \{ (r_{1+2} - r_1)^2 - (r_1)^2 \} / 2\lambda$

更に n 本離れた2本の縞を比較するときには、数式4によって求められる。

【0025】

【数4】 $R = \frac{1}{2} \{ (r_{1+n} - r_1)^2 - (r_1)^2 \} / n\lambda$

尚、上述の実施例は本考案の好適な実施の一例ではあるがこれに限定されるものではなく本考案の要旨を逸脱し

ない範囲において種々変形実施可能である。例えば、干渉対物レンズ5は図示のものに特に限定されず、同じ光軸上に測定対象面2と平行に参照面9を設置するマイクロ干渉計、あるいはハーフミラーを介して光源13と参照面9とを対向させるリニックス干渉計でも実施可能である。

【0026】以上のように構成された本実施例の光コネクタの端面検査装置によると、偏心量Eと凸球面曲率半径Rの計算は、例えば図4及び図5に示すフローチャートに基づいて実行される。

【0027】まず、準備段階として光コネクタ1を結像光学系たる顕微鏡10の支持部材の固定ブロック18と可動ブロック19との間に挟持させる。そして、上下ステージ調整つまみ10aを操作して光コネクタ1を固定ブロック18及び可動ブロック19ごと光軸方向に移動させながらニュートンリング28を発生させ、例えば、暗い縞あるいは明るい縞が2本以上発生するように調整する。

【0028】次に、ニュートンリング28の画像を入力する(ステップ31)。画像入力には撮像手段たるCCDカメラ15の各画素毎にA/D変換をし、干渉縞を例えば16階調の濃淡画像に変換してメモリする。次いで、撮像画面をXY座標に見たててXY座標における光ファイバ3の中心位置Aを入力する(ステップ32)。例えば、ディスプレイを見ながらキーボード26を操作して光ファイバ3の中心にカーソルを合せて座標を読み取りメモリする。更に、入力された画像データが干渉縞かどうかの判別を行う(ステップ33)。例えば、メモリ画像をあらかじめ設定された或る直線上で走査し明暗の波としてとらえる。例えば、1画素隣りの濃度が3階調以上の差を生じた場合は干渉縞による濃度変化と判断し、それ以下の濃度変化はノイズと判断することによって干渉縞を判別している。また、1つの干渉縞とその隣の干渉縞との区別については干渉縞による有効な濃度変化が1つまたはそれ以上同一方向で(例えば濃度の増加方向で)存在し、その後有効な濃度変化がない部分を過ぎてから逆方向の(濃度減少方向の)有効な濃度変化が1つまたはそれ以上同一方向で存在し、続いて更に有効な濃度変化がなくなった時に1つの干渉縞が完結したと判断し、これにより次にあらわれた増加方向の有効な濃度変化は隣りの干渉縞によるものと、区別して判断していく。

【0029】次に、図3に示すようにして同一リングに属する干渉縞の組合せを求める。まず、各干渉縞の中心 a_1 、 a_2 、 \dots 、 P 、 b_1 、 b_2 、 \dots 、 b_n を求める(ステップ34)。これは例えばステップ33において同じ縞と判断された領域内において同じ明るさをもった2点 S_1 、 t_1 の中心を干渉縞の中心 a_1 と定義することなどで求まる。具体的には同じ縞の間で同じ濃淡階調の画素を捜し、その画素の間の中央を干渉縞の中央とする。

同様にして他のニュートンリングを構成する干渉縞の各々の中心点 $a_2, a_3, \dots, P, b_1, b_2, \dots$ を求める。次いで同じリングに属する干渉縞の組合せを求める(ステップ35)。図3より明らかなように、各点の座標値より隣り合う中心点間同士の間の距離 $(a_1 + a_2), (a_1 + a_3), (P + a_1), (P + b_1), (b_1 + b_2)$ を求めると、 $(P + a_1) = (P + b_1) = \text{最大}$ で $(P + a_1) > (a_1 + a_2) > (a_2 + a_3)$ となることがわかる。このことから a_1 と b_1 が同一リング上にあると判断して組合せる。次に、任意のリング例えば最も内側のリング間 a_1, b_1 の中心点 Q を求め、同様にして a_2, b_2 から Q_2, a_3, b_3 から Q_3, \dots, Q_n を求め、それらの座標値の平均から平均的中心 Q を求める(ステップ36)。ただし、 Q は P と重なることもあるが常に一致するとは限らない。このとき Q を通りステップ33での走査方向と直角をなす直線は平均的にリング群の中心を横切る位置にあると見なせる。そこで、 Q を通りステップ33での走査方向と直角をなす方向で再びニュートンリング28を走査する(ステップ37)。そして、ステップ34～36と同様に、各干渉縞の中心(即ち波の山又は谷の中心) $c_1, c_2, \dots, B_1, d_1, d_2, \dots, d_n$ を求め(ステップ38)、同一リング上にある中心点 c_1 と d_1, c_2 と d_2, \dots, c_n と d_n の組合せを行い(ステップ39)、同一リング上の干渉縞の中心の間の距離 $(c_1 + d_1), (c_2 + d_2), \dots, (c_n + d_n)$ を求める(ステップ40)。このとき、走査する直線はステップ33～36で求められた点 Q 即ちニュートンリング28と交わる弦の中心を通りかつ弦と直交しているためリング群の中心を横切っていることから、各々の明リングの直径を求めたことになる。

【0030】次いで、偏心率 E 及び凸球面の曲率半径 R の計算を行う。偏心率 E の計算はステップ37～40で求められた同一リング上の干渉縞の中心点 c_1 と d_1 の中央点(即ちリング中心) B_1, c_2 と d_2 の中央点 B_2, \dots, c_n と d_n の中央点 B_n のXY座標上における各々の座標を求める(ステップ41)。次に各中央点 B_1, B_2, \dots, B_n とファイバ中心位置 A との距離 E_1, E_2, \dots, E_n を各々計算する(ステップ42)。そして、各リングごとの光ファイバ中心 A との間の距離 E_1, E_2, \dots, E_n を平均して光ファイバ中心 A とニュートンリング28の平均された中心即ち凸球面の中心 B との偏心率 E を求める(ステップ43)。ステップ43で求められた偏心率 E をディスプレイに表示する(ステップ44)。

【0031】また、凸球面2の曲率半径 R の計算は、ニュートンリング28を発生させる光の波長 λ があらかじめわかっているため、リング半径を求めることによって求められる。ステップ40で求められた中心点間距離 $(c_1 + d_1), (c_2 + d_2), \dots, (c_n + d_n)$

即ち各リングの直径を2分して各リングの半径を求める(ステップ45)。そして、各リング半径の値から任意の2本の半径を用いて曲率半径 R を計算する(ステップ46)。この場合、隣り合う任意の2本の明縞を抽出し、数式5によるそれらの相対的な半径の比較から曲率半径 R を求める。

【0032】

【数5】 $R = \{ (r_{i+1})^2 - (r_i)^2 \} / \lambda$

次にステップ46で求められた曲率半径 R をディスプレイに表示する(ステップ47)。そして、リターン(ステップ48)で終了する。

【0033】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように、本発明の光コネクタの端面検査装置は干渉対物レンズによって非接触の測定対象面即ち光コネクタの端面と参照面との間で発生するニュートンリングと光ファイバとを撮像して画像情報として同時に取込むようにしたので、参照面が測定対象面から離れファイバ端面を損傷することなく偏心率 E と曲率半径 R を求めることができる。しかも、測定対象面の汚れが参照面に付着して頻繁に参照面のクリーニングを必要としたり参照面の定期的交換が必要となるようなことがない。

【0034】また、本発明の端面検査装置によると、光ファイバとニュートンリングとが同じXY座標上にとり込まれた画像情報を得、これを利用して偏心率 E と曲率半径 R とを求めるようにしているので、1度の測定で偏心率と曲率半径とを同時に測定することができ測定工程が簡略化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光コネクタの端面検査装置の一実施例を示すシステム構成図である。

【図2】図1のシステム構成における顕微鏡対物部の概略説明図で、(A)は干渉対物レンズを、(B)は支持部材を示す。

【図3】ニュートンリングの直径及び中心を求める方法の説明図である。

【図4】本発明の光コネクタの端面検査装置のフローチャートの一部である。

【図5】本発明の光コネクタの端面検査装置のフローチャートの続きである。

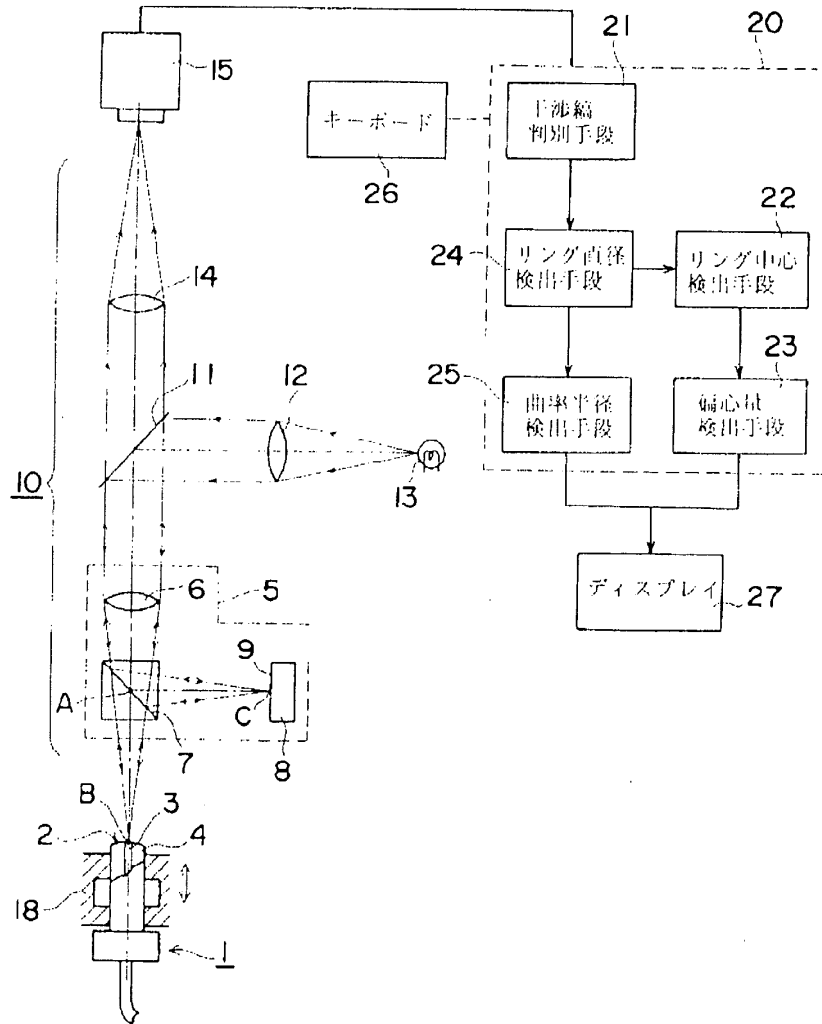
【図6】従来の光コネクタの端面検査装置の検査方法を示す概略図である。

【符号の説明】

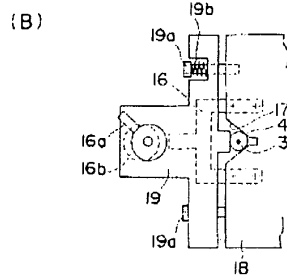
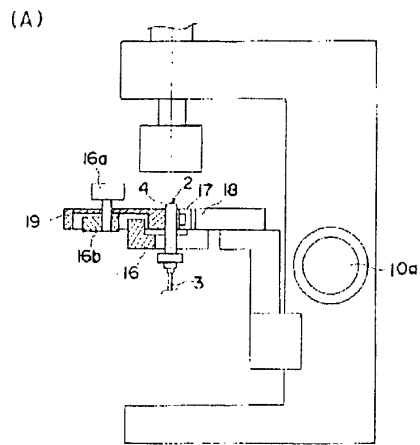
- 1 光コネクタ
- 2 測定対象面
- 3 光ファイバ
- 4 フェルール
- 5 干渉対物レンズ
- 9 参照面
- 10 結像光学系

- | | |
|---------------------|--------------|
| 15 撮像手段 | 23 偏心量検出手段 |
| 18 フェルールを支持する固定ブロック | 24 リング直径検出手段 |
| 19 フェルールを支持する可動ブロック | 25 曲率半径検出手段 |
| 21 干渉縞判別手段 | 28 ニュートンリング |
| 22 リング中心検出手段 | |

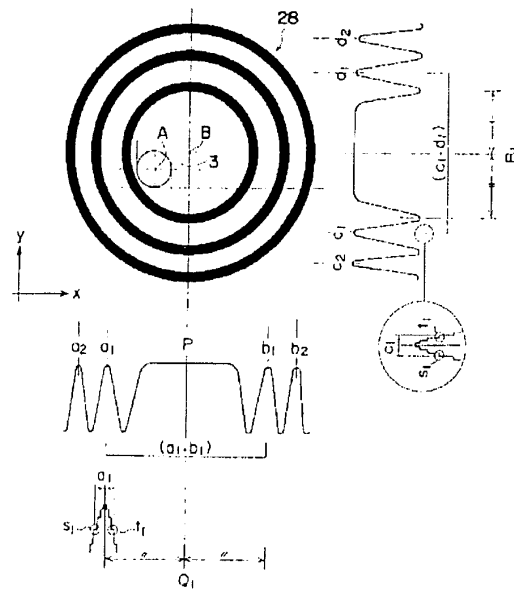
【図1】



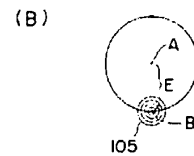
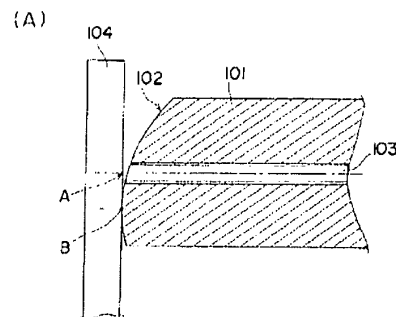
【図2】



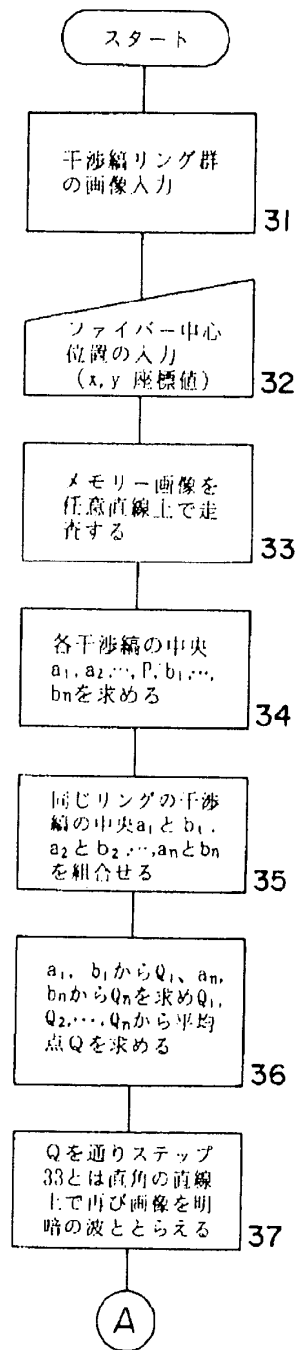
【図3】



【図6】



【図1】



【図5】

